

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-043813

(43)Date of publication of application : 08.02.2002

(51)Int.Cl.

H01P 5/18  
H03F 3/60  
H03G 3/20  
H04B 1/04

(21)Application number : 2000-325767

(71)Applicant : HITACHI LTD  
HITACHI ULSI SYSTEMS CO LTD

(22)Date of filing : 25.10.2000

(72)Inventor : NAGAMORI HIROYUKI  
AKAMINE HITOSHI  
IMAI TAKASHI  
ARAI SATOSHI  
NUNOKAWA YASUHIRO

(30)Priority

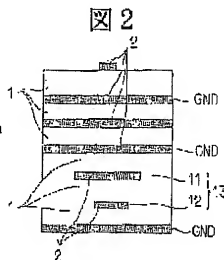
Priority number : 2000148290 Priority date : 19.05.2000 Priority country : JP

(54) DIRECTIONAL COUPLER, HIGH-FREQUENCY CIRCUIT MODULE, AND RADIO COMMUNICATION EQUIPMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect the output of a high-frequency circuit module with high accuracy.

SOLUTION: A directional coupler, which detects the output of the high-frequency module, is constituted in a structure in which a main line and an auxiliary line are overlapped each other via a dielectric substance. The auxiliary line has a width narrower than the main line has, and both side edges of the auxiliary line are positioned inside both side edges of the main line. Consequently, the output of the current flowing through the main line can be detected surely and with high accuracy, because the auxiliary line faces the main line surely over its full width. Therefore, when the directional coupler is incorporated in radio equipment for controlling the output of the high-frequency circuit module, the equipment can make stable communications.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.02.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(10) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-43813

(P2002-43813A)

(43) 公開日 平成14年2月8日 (2002.2.8)

(51) Int. Cl. <sup>1</sup>	識別記号	F I	テラコード (参考)
H 0 1 P 5/18		H 0 1 P 5/18	J 5 J 0 6 7
H 0 3 F 3/60		H 0 3 F 3/60	5 J 1 0 0
H 0 3 G 3/20		H 0 3 G 3/20	C 5 K 0 6 0
H 0 4 B 1/04		H 0 4 B 1/04	E

審査請求 未請求 請求項の数65 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2000-325767 (P2000-325767)	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22) 出願日	平成12年10月25日 (2000.10.25)	(71) 出願人	000233169 株式会社日立超エル・エス・アイ・システムズ 東京都小平市上水本町5丁目22番1号
(31) 優先権主張番号	特願2000-148290 (P2000-148290)	(72) 発明者	永森 啓之 東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株式会社日立製作所半導体グループ内
(32) 優先日	平成12年5月19日 (2000.5.19)	(74) 代理人	100083552 弁理士 秋田 収喜
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

最終頁に続く

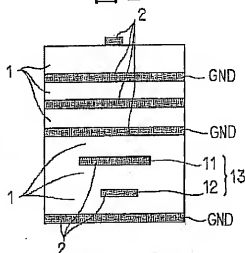
(54) 【発明の名称】 方向性結合器及び高周波回路モジュール並びに無線通信機

(57) 【要約】

【課題】 高周波回路モジュールの出力を高精度に検出する。

【解決手段】 高周波回路モジュールの出力を検出する方向性結合器を主線路と副線路が誘電体を介して重なり合う構造とし、副線路は、その線路幅が主線路の線路幅よりも狭くなり、副線路の両側縁は主線路の両側縁の内側に位置している。これにより、副線路はその線路幅全域が確実に主線路に対面することから、確実かつ高精度に主線路を流れる電流の出力を検出することができる。従って、このような方向性結合器を内蔵して高周波回路モジュールの出力を制御する無線通信機では、安定した通信が可能になる。

図 2



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】誘電体基板と、

上記誘電体基板面に形成され、一部が所定長さ並んで配置される第1線路及び第2線路と、

上記第1線路に結合され、基板に設けられる主線路に接続される第1端子と、上記第2線路に結合され、上記基板に設けられる副線路に接続される第2端子とを有し、上記第1線路及び上記第2線路における上記所定長さ部の線路幅は相互に異なっていることを特徴とする方向性結合器。

【請求項2】誘電体基板と、

上記誘電体基板の中段または表面と中段に誘電体層を介して一部が所定長さ重なるように配置される第1線路及び第2線路と、

上記第1線路及び第2線路の両端にそれぞれ個別に接続される端子とを有し、重なる配置される上記第1線路及び上記第2線路の線路幅は相互に異なっていることを特徴とする方向性結合器。

【請求項3】上記第1線路に誘電体を介して重なる上記第2線路は、その線路幅が上記第1線路の線路幅よりも狭くされ、

上記第2線路の両側縁は上記第1線路の両側縁の内側に位置していることを特徴とする請求項2に記載の方向性結合器。

【請求項4】上記第2線路に誘電体を介して重なる上記第1線路は、その線路幅が上記第2線路の線路幅よりも狭くされ、

上記第1線路の両側縁は上記第2線路の両側縁の内側に位置していることを特徴とする請求項2に記載の方向性結合器。

【請求項5】入力端子と、

出力端子と、

パワー制御信号を受ける制御端子と、

上記入力端子と上記出力端子との間に接続された複数個の増幅段を有する増幅系と、

上記増幅系の出力を検出する方向性結合器とを有し、

上記増幅系は、上記パワー制御信号が供給される上記制御端子に供給される制御信号によってパワーが制御され、

上記出力端子に接続される上記方向性結合器の主線路の線路幅と、上記制御端子へ供給されるべき制御信号を形成する信号を出力するところの上記方向性結合器の副線路の線路幅は、相互に異なる幅にされていることを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項6】上記方向性結合器の主線路の線路幅は、上記副線路の線路幅よりも広くされていることを特徴とする請求項5に記載の高周波回路モジュール。

【請求項7】上記方向性結合器の主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも小さい値になっていることを特徴とする請求項5に記載の高周波回路モジ

ュール。

【請求項8】上記方向性結合器の主線路の線路幅は、上記副線路の線路幅よりも狭くなっていることを特徴とする請求項5に記載の高周波回路モジュール。

【請求項9】上記方向性結合器の主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも大きい値になっていることを特徴とする請求項5に記載の高周波回路モジュール。

【請求項10】上記方向性結合器は上記増幅系等が設けられる誘電体基板の表面に並んで配置される主線路と副線路で形成されていることを特徴とする請求項5に記載の高周波回路モジュール。

【請求項11】上記方向性結合器は上記増幅系等が設けられる誘電体基板の中層に誘電体を介して重なるように配置される主線路と副線路で形成され、

上記主線路と副線路のうち、細い線路はその両側縁が太い線路の両側縁の内側に位置していることを特徴とする請求項5に記載の高周波回路モジュール。

【請求項12】上記方向性結合器の主線路と上記最終増幅段との間にはインピーダンス整合用の整合回路が設けられ、

上記方向性結合器の副線路の出力端との間には上記副線路の電流を検出する機器との間のインピーダンス整合をとるための整合回路が設けられていることを特徴とする請求項5に記載の高周波回路モジュール。

【請求項13】入力端子と、

出力端子と、

パワーコントロール信号を受けるパワーコントロール端子と、

上記入力端子と上記出力端子との間に設けられた複数個の増幅段を有する増幅系と、

上記増幅系の出力を検出する方向性結合器と、

上記パワーコントロール信号と上記方向性結合器のパワー検出信号を受け、上記増幅系へパワー制御信号を供給する出力制御回路とを有し、

上記出力端子に接続される上記方向性結合器の主線路の線路幅と、上記パワー検出信号を出力するところの上記方向性結合器の副線路の線路幅は、相互に異なる幅になっていることを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項14】上記方向性結合器の主線路の線路幅は、上記副線路の線路幅よりも広くされていることを特徴とする請求項13に記載の高周波回路モジュール。

【請求項15】上記方向性結合器の主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも小さい値になっていることを特徴とする請求項13に記載の高周波回路モジュール。

【請求項16】上記方向性結合器の主線路の線路幅は、上記副線路の線路幅よりも狭くされていることを特徴とする請求項13に記載の高周波回路モジュール。

【請求項17】上記方向性結合器の主線路のインピーダ

ンスは、副線路のインピーダンスよりも大きい値になっていることを特徴とする請求項 13 に記載の高周波回路モジュール。

【請求項 18】上記方向性結合器は上記増幅系等が設けられる誘電体基板の表面に並んで配置される主線路と副線路で形成されていることを特徴とする請求項 13 に記載の高周波回路モジュール。

【請求項 19】上記方向性結合器は上記増幅系等が設けられる誘電体基板の中層に誘電体を介して重なるように配置される主線路と副線路で形成され、

上記主線路と副線路のうち、細い線路はその両側縁が太い線路の両側縁の内側に位置していることを特徴とする請求項 13 に記載の高周波回路モジュール。

【請求項 20】上記方向性結合器の主線路と上記最終増幅段との間にはインピーダンス整合用の整合回路が設けられ、

上記方向性結合器の副線路の出力端との間には上記副線路の電流を検出する機器との間のインピーダンス整合をとるための整合回路が設けられていることを特徴とする請求項 13 に記載の高周波回路モジュール。

【請求項 21】入力端子と、

アンテナ端子と、

パワー制御信号を受ける制御端子と、

アンテナスイッチ端子と、

受信端子と、

パワー検出端子と、

互いにシリーズに接続され、その初段が上記入力端子に接続された複数個の増幅段を有する増幅系と、

上記増幅系の出力が供給されるフィルタと、  
上記フィルタの出力端子、上記アンテナスイッチ端子、上記受信端子及びアンテナ端子にそれぞれ接続されるアンテナスイッチ回路と、

上記増幅系の出力が検出され、それを検出する方向性結合器とを有し、

上記増幅系は、パワー制御信号が供給される上記制御端子に供給される制御信号によって、そのパワーが制御され、

上記出力が供給される上記方向性結合器の主線路の線路幅と、上記制御端子へ供給されるべき制御信号を形成するための信号を出力するところの上記方向性結合器の副線路の線路幅は、相互に異なる幅にされていることを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項 22】上記主線路の線路幅は、上記副線路の線路幅よりも広くされていることを特徴とする請求項 21 に記載の高周波回路モジュール。

【請求項 23】上記方向性結合器の主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも小さい値になっていることを特徴とする請求項 21 に記載の高周波回路モジュール。

【請求項 24】上記主線路の線路幅は、上記副線路の線

路幅よりも狭くされていることを特徴とする請求項 21 に記載の高周波回路モジュール。

【請求項 25】上記方向性結合器の主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも大きい値になっていることを特徴とする請求項 21 に記載の高周波回路モジュール。

【請求項 26】上記方向性結合器は上記増幅系等が設けられる誘電体基板の表面に並んで配置される主線路と副線路で形成されていることを特徴とする請求項 21 に記載の高周波回路モジュール。

【請求項 27】上記方向性結合器は上記増幅系等が設けられる誘電体基板の中層に誘電体を介して重なるように配置される主線路と副線路で形成され、

上記主線路と副線路のうち、細い線路はその両側縁が太い線路の両側縁の内側に位置していることを特徴とする請求項 21 に記載の高周波回路モジュール。

【請求項 28】上記方向性結合器の主線路と上記最終増幅段との間にはインピーダンス整合用の整合回路が設けられ、

上記方向性結合器の副線路の出力端との間には上記副線路の電流を検出する機器との間のインピーダンス整合をとるための整合回路が設けられていることを特徴とする請求項 21 に記載の高周波回路モジュール。

【請求項 29】入力端子と、  
アンテナ端子と、  
パワーコントロール信号を受けるパワーコントロール端子と、  
アンテナスイッチ端子と、  
受信端子と、

上記入力端子に結合され、互いにシリーズに接続された複数個の増幅段を有する増幅系と、  
上記増幅系の出力が供給されるフィルタと、  
上記フィルタの出力端子、上記アンテナスイッチ端子、上記受信端子及びアンテナ端子にそれぞれ接続されるアンテナスイッチ回路と、  
上記パワーコントロール信号と上記方向性結合器のパワー検出信号を受け、上記増幅系にパワー制御信号を供給する出力制御回路と、  
上記増幅系の出力を検出する方向性結合器とを有し、

上記出力が供給される上記方向性結合器の主線路の線路幅と、上記制御端子へ供給されるべき制御信号を形成するための信号を出力するところの上記方向性結合器の副線路の線路幅は、相互に異なる幅にされていることを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項 30】上記主線路の線路幅は、上記副線路の線路幅よりも広くされていることを特徴とする請求項 29 に記載の高周波回路モジュール。

【請求項 31】上記方向性結合器の主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも小さい値になっていることを特徴とする請求項 29 に記載の高周波回路

モジュール。

【請求項32】上記主線路の線路幅は、上記副線路の線路幅よりも狭くされていることを特徴とする請求項29に記載の高周波回路モジュール。

【請求項33】上記方向性結合器の主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも大きい値になっていることを特徴とする請求項29に記載の高周波回路モジュール。

【請求項34】上記方向性結合器は上記増幅系等が設けられる誘電体基板の表面に並んで配置される主線路と副線路で形成されていることを特徴とする請求項29に記載の高周波回路モジュール。

【請求項35】上記方向性結合器は上記増幅系等が設けられる誘電体基板の中層に誘電体を介して重なるように配置される主線路と副線路で形成され、上記主線路と副線路のうち、細い線路はその両側縁が太い線路の両側縁の内側に位置していることを特徴とする請求項29に記載の高周波回路モジュール。

【請求項36】上記方向性結合器の主線路と上記最終増幅段の間にはインピーダンス整合用の整合回路が設けられ、

上記方向性結合器の副線路の出力端との間には上記副線路の電流を抽出する機器と間のインピーダンス整合をとるための整合回路が設けられていることを特徴とする請求項29に記載の高周波回路モジュール。

【請求項37】高周波送信信号を増幅する少なくとも初段及び最終段を含む複数個の増幅段による増幅系を複数有し、

上記各増幅系の最終段の出力を抽出する相互に独立した方向性結合器を有する高周波回路モジュールであって、上記各増幅系の最終段に接続される上記方向性結合器の主線路の線路幅と、上記パワー抽出信号を出力するところの上記方向性結合器の副線路の線路幅は、相互に異なる幅にされていることを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項38】上記主線路の線路幅は、上記副線路の線路幅よりも広くされていることを特徴とする請求項37に記載の高周波回路モジュール。

【請求項39】上記方向性結合器の主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも小さい値になっていることを特徴とする請求項37に記載の高周波回路モジュール。

【請求項40】上記主線路の線路幅は、上記副線路の線路幅よりも狭くされていることを特徴とする請求項37に記載の高周波回路モジュール。

【請求項41】上記方向性結合器の主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも大きい値になっていることを特徴とする請求項37に記載の高周波回路モジュール。

【請求項42】上記方向性結合器は上記増幅系等が設け

られる誘電体基板の表面に並んで配置される主線路と副線路で形成されていることを特徴とする請求項37に記載の高周波回路モジュール。

【請求項43】上記方向性結合器は上記増幅系等が設けられる誘電体基板の中層に誘電体を介して重なるように配置される主線路と副線路で形成され、上記主線路と副線路のうち、細い線路はその両側縁が太い線路の両側縁の内側に位置していることを特徴とする請求項37に記載の高周波回路モジュール。

【請求項44】上記方向性結合器の主線路と上記最終増幅段の間にはインピーダンス整合用の整合回路が設けられ、

上記方向性結合器の副線路の出力端との間には上記副線路の電流を抽出する機器と間のインピーダンス整合をとるための整合回路が設けられていることを特徴とする請求項37に記載の高周波回路モジュール。

【請求項45】高周波送信信号を増幅する少なくとも初段及び最終段を含む複数個の増幅段による増幅系を複数有し、

上記各増幅系の最終段の出力を抽出する相互に独立した方向性結合器を有し、

上記各方向性結合器のパワー抽出信号とパワーコントロール信号を受け、上記各増幅系の各増幅段にパワー制御信号を供給する出力制御回路とを有する高周波回路モジュールであって、

上記各増幅系の最終段に接続される上記方向性結合器の主線路の線路幅と、上記パワー抽出信号を出力するところの上記方向性結合器の副線路の線路幅は、相互に異なる幅にされていることを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項46】上記主線路の線路幅は、上記副線路の線路幅よりも広くされていることを特徴とする請求項45に記載の高周波回路モジュール。

【請求項47】上記主線路の線路幅は、上記副線路の線路幅よりも狭くされていることを特徴とする請求項45に記載の高周波回路モジュール。

【請求項48】上記方向性結合器は上記増幅系等が設けられる誘電体基板の中層に誘電体を介して重なるように配置される主線路と副線路で形成され、

上記主線路と副線路のうち、細い線路はその両側縁が太い線路の両側縁の内側に位置していることを特徴とする請求項45に記載の高周波回路モジュール。

【請求項49】上記方向性結合器の主線路と上記最終増幅段の間にはインピーダンス整合用の整合回路が設けられ、

上記方向性結合器の副線路の出力端との間には上記副線路の電流を抽出する機器と間のインピーダンス整合をとるための整合回路が設けられていることを特徴とする請求項45に記載の高周波回路モジュール。

【請求項50】高周波送信信号を増幅する少なくとも初

段及び最終段を含む複数個の増幅段による増幅系と、上記増幅系の最終段の出力を挾出する方向性結合器と、上記方向性結合器のパワー検出信号とパワーコントロール信号を受け、上記各増幅段にパワー制御信号を供給する出力制御回路とを有する無線通信機であって、上記最終段に接続される上記方向性結合器の主線路の線路幅と、上記パワー検出信号を出力するところの上記方向性結合器の副線路の線路幅は、相互に異なる幅にされていることを特徴とする無線通信機。

【請求項 51】上記主線路の線路幅は、上記副線路の線路幅よりも広くされていることを特徴とする請求項 50 に記載の無線通信機。

【請求項 52】上記方向性結合器の主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも小さい値になっていることを特徴とする請求項 50 に記載の無線通信機。

【請求項 53】上記主線路の線路幅は、上記副線路の線路幅よりも狭くされていることを特徴とする請求項 50 に記載の無線通信機。

【請求項 54】上記方向性結合器の主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも大きい値になっていることを特徴とする請求項 50 に記載の無線通信機。

【請求項 55】上記方向性結合器は上記増幅系等が設けられる誘電体基板の表面に並んで配置される主線路と副線路で形成されていることを特徴とする請求項 50 に記載の無線通信機。

【請求項 56】上記方向性結合器は上記増幅系等が設けられる誘電体基板の中層に誘電体を介して重なるように配置される主線路と副線路で形成され、上記主線路と副線路のうち、細い線路はその両側縁が太い線路の両側縁の内側に位置していることを特徴とする請求項 50 に記載の無線通信機。

【請求項 57】上記方向性結合器の主線路と上記最終増幅段との間にはインピーダンス整合用の整合回路が設けられ、

上記方向性結合器の副線路の出力側には整合回路が設けられていることを特徴とする請求項 50 に記載の無線通信機。

【請求項 58】高周波送信信号を増幅する少なくとも初段及び最終段を含む複数個の増幅段による増幅系を複数

有し、上記各増幅系の最終段の出力を挾出する相互に独立した方向性結合器を有し、

上記各方向性結合器のパワー検出信号とパワーコントロール信号を受け、上記各増幅系の各増幅段にパワー制御信号を供給する出力制御回路とを有する無線通信機であって、

上記各増幅系の最終段に接続される上記方向性結合器の主線路の線路幅と、上記パワー検出信号を出力するところ

ろの上記方向性結合器の副線路の線路幅は、相互に異なる幅にされていることを特徴とする無線通信機。

【請求項 59】上記主線路の線路幅は、上記副線路の線路幅よりも広くされていることを特徴とする請求項 58 に記載の無線通信機。

【請求項 60】上記方向性結合器の主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも小さい値になっていることを特徴とする請求項 58 に記載の無線通信機。

【請求項 61】上記主線路の線路幅は、上記副線路の線路幅よりも狭くされていることを特徴とする請求項 59 に記載の無線通信機。

【請求項 62】上記方向性結合器の主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも大きい値になっていることを特徴とする請求項 58 に記載の無線通信機。

【請求項 63】上記方向性結合器は上記増幅系等が設けられる誘電体基板の表面に並んで配置される主線路と副線路で形成されていることを特徴とする請求項 58 に記載の無線通信機。

【請求項 64】上記方向性結合器は上記増幅系等が設けられる誘電体基板の中層に誘電体を介して重なるように配置される主線路と副線路で形成され、上記主線路と副線路のうち、細い線路はその両側縁が太い線路の両側縁の内側に位置していることを特徴とする請求項 58 に記載の無線通信機。

【請求項 65】上記方向性結合器の主線路と上記最終増幅段との間にはインピーダンス整合用の整合回路が設けられ、

上記方向性結合器の副線路の出力側には整合回路が設けられていることを特徴とする請求項 58 に記載の無線通信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は方向性結合器及びその方向性結合器を組み込んだ高周波回路モジュール並びにその高周波回路モジュールを組み込んだ無線通信機に関し、特に高周波電力増幅器（パワーアンプ）の出力を高精度に制御して安定した出力で通信する無線通信技術に適用して有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車電話、携帯電話機等の無線通信機（移動通信機）の送信機の送信側出力段には、MOS FET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) や GaAs s-MES (Metal Semiconductor) FET 等を多段に組み込んだ増幅器が組み込まれている。

【0003】一般に、携帯電話機では使用環境に合わせて基地局からのパワーコントロール信号によって周囲環境に適應するように出力を変えて適応を行い、他の携帯

電話機との間で混信を生じさせないようなシステムが構築されている。

【0004】たとえば、デジタル携帯電話システムでは他との混信を避けるため、携帯端末（携帯電話）に発信パワーを発信に必要な最小限の出力となるように基地局からパワーコントロール信号が送られている。MOSFET等のFETを用いた高周波パワーアンプを使用しての端末内部では基地局からのパワーコントロール信号によりベースバンド部のマイコンから高周波パワーアンプの出力をモニターして、高周波パワーアンプの制御端子に印加するパワー制御信号（V<sub>apc</sub>）を変化させて出力（パワー）を調整している。

【0005】高周波電力増幅器（高周波パワーアンプ）については、日経B社発行「日経エレクトロニクス」1997年1月27日号、P115～P126に記載されている。この文献には、北米の900MHz帯のセルラ方式携帯電話の標準方式や欧州のGSM（Global System for Mobile Communications）方式について記載されている。

【0006】また、日立評論社発行「日立評論」Vol.79, No.11(1997)、P63～P68には「デジタルセルラ規格「GSM/EGSM」用高周波部アナログ信号処理IC」について記載されている。この文献には方向性結合器によるパワー検出信号によってパワーアンプモジュールを制御するブロック図が示されている。

【0007】方向性結合器（カプラー）については、例えば、総合電子出版社、「マイクロ波回路の基礎とその応用」、1997年7月10日、P191～P193に記載されている。この文献には分布結合形方向性結合器（カプラー）について記載されている。

【0008】一方、工業調査会発行「電子材料」1999年4月号、P91～P95には、1608型移動体通信用セラミック積層ローパスフィルタおよび方向性結合器について記載されている。これらローパスフィルタおよび方向性結合器は単体部品となっている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】セルラ電話システムでは、他との混信を避けるため、基地局から携帯端末（携帯電話機）に発信パワーを発信に必要な最小限の出力となるようにコントロール信号（パワーコントロール信号）が送られている。このコントロール信号に基づいて動作するAPC（Automatic Power Control）回路によって、送信側出力段の高周波パワーアンプは、その出力が制御され、遅延に必要な出力となるようにゲート電圧が制御される。このため、パワーアンプ部のパワーを検出する回路を必要としている。

【0010】高周波電力増幅器の出力を検出するために方向性結合器が使用されるが、単体の方向性結合器を外付け部品として組み込む方法や、高周波パワーアンプを形成する誘電体基板に入/出4線路を用いて直接描いて形成する構造が採用されている。

【0011】即ち、上記文献（マイクロ波回路の基礎とその応用）には、方向性結合器の一つとして、誘電体基板の一面に導体パターンを設けるとともに、裏面に接地導体を設ける構造が明示されている。本明細書においては、この構造を並列型方向性結合器と呼称する。この並列型方向性結合器では、導体パターンは分布結合並行2線路となっている。すなわち、送信線路となる主線路と、検出用線路となる副線路は同じ寸法の幅で所定距離に亘って一定の間隔を有して延在する構造になっている。

【0012】また、他の開示されている方向性結合器の一つは、誘電体内に主線路と副線路を誘電体層を介して重ねるようにして2本のストリップを形成した構造になっている。本明細書においては、この構造を重ね型方向性結合器と呼称する。重ね型方向性結合器の場合も、同じ寸法幅の主線路と副線路を所定の距離に亘って一定の間隔を隔てて延在させた構造になっている。

【0013】しかし、これら方向性結合器においては、主線路（送信線路）と副線路（検出用線路）の線路幅が同じである。従って、特に重ね型方向性結合器の場合、主線路に対して副線路がずれている場合、方向性結合器の出力値が変動し易い。この結果、この検出信号によって、高周波電力増幅器（高周波電力増幅モジュール）等の高周波回路モジュールを制御した場合、高周波回路モジュールの出力が高精度に制御され難くなる。従って、このような高周波回路モジュールを組み込んだ無線通信機では安定した通信が行えなくなるおそれがある。

【0014】本発明の目的は、主線路の送信出力を高精度に検出できる方向性結合器を提供することにある。本発明の他の目的は、出力を高精度に検出できる方向性結合器を有する高周波回路モジュールを提供することにある。本発明の他の目的は、出力を高精度にモニターして安定した通信を行うことができる無線通信機を提供することにある。本発明の前記ならびにそのほかの目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面からあきらかになるであろう。

【0015】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

(1) 送信線路を構成する主線路と、検出用線路を構成する副線路とを有する方向性結合器であって、主線路と副線路はそれぞれ線路幅が異なっている。例えば、副線路に比較して主線路の線路幅が広くなっている。重ね型方向性結合器においては、相互に重ねる主線路と副線路において、副線路の両側縁は主線路の両側縁から外側にはみだすことなく内側に位置している。

【0016】(2) 少なくとも切段及び最終段を含む複数の増幅系と、上記増幅系の最終段の出力を検出する方向性結合器とを有する高周波回路モジュ



11

ールであって、上記方向性結合器の送信経路を構成する主線路の線路幅は、検出用線路を構成する副線路の線路幅よりも広くなっている。方向性結合器は重ね型となり、相互に重なる主線路と副線路にあって、副線路の両側線は主線路の両側線から外側にはみだすことなく内側に位置している。主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも小さい値になっている。

【0017】(3) 少なくとも初段及び最終段を含む複数の増幅段による増幅系と、上記増幅系の最終段の出力を検出する方向性結合器と、上記方向性結合器で検出したパワー検出信号とパワーコントロール信号を受け、上記各増幅段にパワー制御信号を供給する出力制御回路とを有する高周波回路モジュールであって、上記方向性結合器の送信経路を構成する主線路の線路幅は、検出用線路を構成する副線路の線路幅よりも広くなっている。方向性結合器は重ね型となり、相互に重なる主線路と副線路にあって、副線路の両側線は主線路の両側線から外側にはみだすことなく内側に位置している。主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも小さい値になっている。

【0018】(4) 少なくとも初段及び最終段を含む複数の増幅段による増幅系と、上記増幅系の最終段の出力を検出する方向性結合器と、上記方向性結合器で検出したパワー検出信号とパワーコントロール信号を受け、上記各増幅段にパワー制御信号を供給する出力制御回路と、上記増幅系の最終段に接続されるフィルタと、上記フィルタに接続されるアンテナスイッチ回路とを有する高周波回路モジュールであって、上記方向性結合器の送信経路を構成する主線路の線路幅は、検出用線路を構成する副線路の線路幅よりも広くなっている。方向性結合器は重ね型となり、相互に重なる主線路と副線路にあって、副線路の両側線は主線路の両側線から外側にはみだすことなく内側に位置している。主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも小さい値になっている。

【0019】(5) 上記(1)乃至(4)のいずれかの構成からなる高周波回路モジュールであり、増幅系は複数級数設計されていることを特徴とする。

【0020】(6) 上記(1)～(5)の構成において、主線路の幅が副線路の幅よりも狭くなっている。即ち、少なくとも初段及び最終段を含む複数の増幅段による増幅系と、上記増幅系の最終段の出力を検出する方向性結合器とを有する高周波回路モジュールであって、上記方向性結合器の送信経路を構成する主線路の線路幅は、検出用線路を構成する副線路の線路幅よりも狭くなっている。方向性結合器は重ね型となり、相互に重なる主線路と副線路にあって、主線路の両側線は副線路の両側線から外側にはみだすことなく内側に位置している。主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも大きい値になっている。また、主線路と最終増幅段

12

との間にはインピーダンス整合用の整合回路が設けられるとともに、副線路と副線路の出力端との間には副線路の電流を検出する機器との間のインピーダンス整合をとるための整合回路が設けられている。

【0021】(7) 上記(1)乃至(6)のいずれかの構成の高周波回路モジュールを組み込んだ無線通信機である。

【0022】前記(1)の手段によれば、(a) 副線路に比較して主線路の線路幅が広くなり、主線路の損失を低減することができる。

(b) 重ね型方向性結合器の場合、副線路の両側線は主線路の両側線から外側にはみだすことなく内側に位置していることから、副線路の線路幅全域は確実に主線路に直面できることになり、高精度なパワー検出が行えるようになる。

【0023】前記(2)の手段によれば、(a) 高周波回路モジュールにおいて、重ね型方向性結合器にあっては、副線路の両側線は主線路の両側線から外側にはみだすことなく内側に位置しているとともに、副線路に比較して主線路の線路幅が広くなることから、副線路は確実にその線路幅全域が主線路に直面することになり、高精度なパワー検出が可能になる。

(b) 主線路の線路幅は副線路の線路幅よりも広くできることから、主線路の線路幅は自由に選択できる。これは、無線通信機に組み込む高周波回路モジュールとしては、主線路をモジュールの整合素子の一部として組み込むことができる故に部品削減、損失低減などの効果が得られる。

【0024】前記(3)乃至(5)のいずれの高周波回路モジュールにおいても、上記(2)の手段による構成のものと同様な効果が得られる。

【0025】前記(6)の手段によれば、方向性結合器において、(a) 主線路の線路幅を副線路の線路幅よりも狭く(短く)してあることから、カップリング率が増大する。この結果、主線路と副線路の重ね合わせ長さ(カップリング長)を短くでき、高周波回路モジュールの小型化が達成できる。また、カップリング長を短くできることから、主線路を通過する信号の損失を低減できる。

(b) 重ね型方向性結合器の構成において、主線路の両側線は副線路の両側線から外側にはみだすことなく内側に位置していることから、副線路の線路幅全域は確実に主線路に直面できることになり、高精度なパワー検出が行えるようになる。

【0026】前記(7)の手段によれば、高周波回路モジュールのパワー検出を高精度に行えることから、高周波回路モジュールの出力制御が高精度になり、安定した通信を行うことができる。

【0027】  
【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実

施の形態を詳細に説明する。なお、発明の実施の形態を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

【0028】(実施形態1) 図1乃至図10は本発明の一実施形態(実施形態1)である方向性結合器(カプラー)を内蔵した高周波回路モジュールに係わる図である。図1乃至図3は、高周波回路モジュールに組み込んだ方向性結合器の一部を示す図であり、図4及び図5は高周波回路モジュールの一部を示す斜視図と方向性結合器部分の分解斜視図であり、いずれも概似的な図である。高周波回路モジュールとは、本明細書では少なくとも高周波電力増幅器(高周波パワーアンプ: PA)を含むモジュールである。本実施形態1では高周波回路モジュールに方向性結合器が組み込まれている。

【0029】高周波回路モジュールの本体部分を構成する配線基板10は、図4に示すように、複数の誘電体板1を積層して焼結して一体とした構造になっている。各誘電体板1は、その表面または裏面にパターンニングした導体層2が設けられている。また、表裏面側の導体層2を電気的に接続するために、誘電体板1にはスルーホールと呼称する孔が設けられるとともに、このスルーホール部分には導体3が充填されている。

【0030】本実施形態1では、特に限定はされないが、図4に示すように誘電体板1は6枚となり、上から数えて第1層、第3層、第6層の下面(裏面)がそれぞれグランド層(GND)となっている。そして、残りの各層の導体層2は電送線路等を形成するようになってい

る。【0031】最上層を含む上3層は、増幅系を構成するためのトランジスタ4を配置すべく四角形の搭載用孔5が設けられている。この搭載用孔5に対応する領域の下3層の誘電体板1にはビアホールと呼称される孔が設けられている。そして、このビアホールには導体3が充填されている。このビアホールの導体3はトランジスタ4で発生した熱を最下層の導体層2(GND)に伝達する役目を担っている。従って、速やかに熱を伝達すべくビアホールは多数設けられている。

【0032】トランジスタ4は接合材8を介して搭載用孔5の底に固定されている。また、トランジスタ4の上面の各電極と、所定の導体層2は導電性のワイヤ7によって電気的に接続されている。トランジスタは、特に限定はされないが、例えばMOSFETが使用されている。増幅系は、少なくとも初段及び最終段を含む複数個の増幅段で構成される。従って、各増幅段を構成するために複数のトランジスタが使用される。

【0033】また、最上層の第1層の誘電体板1の表面、即ち配線基板10の主面(表面)には、整合回路を構成するためにコンデンサや抵抗を構成するチップ型電子部品8が複数搭載されている。

【0034】そして、これが本発明の特徴の一つである

が、図4の左手前に示すように、第5層の表面(上面)に送信線路を構成する主線路11を設け、第5層の裏面(下面)に検出線路を構成する副線路12を設けて方向性結合器(カプラー)13を形成している。

【0035】図5は方向性結合器13の部分を模式的に説明する分解斜視図である。即ち、上から下に向かって第4層、第5層、第6層の各誘電体板1を示すものである。方向性結合器13を形成するために、第4層の誘電体板1の上面にはグランド層(GND)が設けられている。第5層の誘電体板1の上面には主線路11が設けられている。第6層の上面には線路幅が主線路11よりも狭い副線路12が設けられている。この副線路12の両側線は主線路11の両側線から外側にはみだすことなく内側に位置するように配置されている。

【0036】副線路12は主線路11の線路幅内に位置させる制約があるが、主線路11の線路幅は制約がないことから、主線路11の線路幅は自由に選択できる。主線路の線路幅を広げること、主線路を整合素子として利用できることにより、損失低減の効果が得られる。

【0037】図1乃至図3は方向性結合器13の部分を模式的に説明する図である。図2は図1のA-A線に沿う断面図、図3は図1のB-B線に沿う断面図である。図2に示すように、副線路12は誘電体板1(誘電体層)を介して主線路11に重なる。主線路11の線路幅は副線路12の線路幅よりも広くなっている。主線路11に対面する副線路12の両側線は、主線路11の線路幅内に位置し、製造誤差によっても主線路11の線路幅の縁から外側にはみださないようになっている。

【0038】つぎに、図8乃至図10を参照しながら、より具体的な例について説明する。この例では、高周波回路モジュール20として、図8に示すように高周波電力増幅器(PA)と、方向性結合器(カプラー)13を一体化した例について説明する。図8は無線通信機の一部を示すブロック図であり、高周波信号処理IC(RF linear)28からアンテナ(Antenna)31までの部分を示す。アンテナ31は送信受信切替スイッチ30に接続され、この送信受信切替スイッチ30と高周波信号処理IC28との間には送信系回路と受信系回路が設けられている。

【0039】送信系回路は、高周波信号処理IC28に接続される高周波回路モジュール20、高周波回路モジュール20に接続される送信受信切替スイッチ30のa端子30aに接続されるフィルタ(Filter)29、高周波信号処理IC28に接続されるCPU27、CPU27及び高周波回路モジュール20に接続されるAPC回路28とを有する。

【0040】受信系回路は、送信受信切替スイッチ30のb端子30bに接続されるコンデンサC、このコンデンサに接続される受信端子、この受信端子に接続されるフィルタ(Filter)32、このフィルタ(Filter)

32に接続され高周波信号処理IC26に接続される低雑音アンプ(LNA)33を有する。送信受信切替スイッチ30は切替端子controlに入力される信号によってa端子30aまたはb端子30bがオン・オフ状態に切り替わる。

【0041】高周波回路モジュール20は、その外観は図示しないが、配線基板10(図8参照)の上面にキャップが重ねられ、外観的には扁平な矩形構造になっている。また、配線基板10の下面から側面に亘って外部電極端子がそれぞれ設けられ、表面実装型となっている。

【0042】外部電極端子、図6～図8に示すように、入力端子Pin、出力端子Pout、制御端子Vapc、パワー検出端子VdetOUT、参照電位端子Vref、電源電位端子Vdd、基準電位端子GNDを有する。

【0043】PA25には入力端子Pinから信号が供給され、出力が出力端子Poutに出力される。PA25の出力線路部分には方向性結合器13が組み込まれている。即ち、PA25に接続される主線路11に対して副線路12が配置され、この副線路12の一端はパワー検出端子VdetOUTに接続され、他端は抵抗Rを介して参照電位端子Vrefに接続されている。

【0044】高周波信号処理IC26から高周波送信信号と制御信号が送り出され、高周波送信信号は高周波回路モジュール20の入力端子Pinに供給され、制御信号はCPU27に供給される。CPU27から出力されるパワーコントロール信号はAPC回路(APC)28に供給される。

【0045】APC回路28は上記パワーコントロール信号とパワー検出端子からのパワー検出信号を受け、制御端子Vapcに制御信号を供給する。この制御信号はPA25の各増幅段に供給され、信号の増幅がなされる。

【0046】送信時には切替端子controlからの切替信号によって送信受信切替スイッチ30のa端子30aがオンの状態になり、アンテナ31から電波が放射される。受信時には送信受信切替スイッチ30のb端子30bがオンの状態になり、アンテナ31で受信した受信信号が高周波信号処理IC26に運ばれる。

【0047】図7は高周波回路モジュール20の等価回路図である。図7の等価回路で示すように、入力端子Pinと出力端子Pout間には、複数のトランジスタ(たとえば電界効果トランジスタ)が順次従属接続されて多段構成の増幅系(増幅段)を構成している。本例では、従属接続されるトランジスタは、特に限定はされないが、初段トランジスタ(初段増幅段)Q1と、最終段トランジスタ(最終段増幅段)Q2とする2段構成になっている。最終段増幅段の出力線路部分には主線路(カプラー主線路)11及び副線路(カプラー副線路)12によって方向性結合器13が形成されている。

【0048】制御端子Vapcは各トランジスタQ1、Q2のゲート電極(第1の端子)に分圧抵抗R1、R2、

R3を介して接続されている。電源電位端子Vddは、バイアスコンデンサC9によって電位を確保される状態で各トランジスタQ1、Q2のドレイン電極(第2の端子)にそれぞれ接続されている。

【0049】方向性結合器13の副線路12の一端は抵抗R5を介して参照電位端子Vrefに接続されるとともに、ダイオードD1を介してパワー検出端子VdetOUTに接続されている。回路中、整合回路や電位確保のため、各所にコンデンサC1～C9や抵抗R4が組み込まれている。また、図7において示す長方形部分はマイクロストリップ線路を示すものである。

【0050】図8は配線基板10の平面図であり、導体層2や導体3のレイアウトパターンや各電子部品の搭載状態を示す図である。トランジスタQ1、Q2の各電極はワイヤ7を介して所定の導体層2に電気的に接続されている。図10は配線基板10の内層の導体層2のパターン、即ち、副線路12等のパターンを示すものである。図9に、図8のa-b線に沿う部分、即ち方向性結合器13部分の断面を示す。送信経路となる主線路11の幅は、検出用線路となる副線路12よりも広くになっている。また、副線路12の両側縁は主線路11の両側縁から外側にはみだすことなく内側に位置している。これにより、電界出力電流の検出が可能になる。

【0051】本実施形態1によれば以下の効果を有する。

(1)高周波回路モジュール20において、重ね型方向性結合器13にあっては、副線路12の両側縁は主線路11の両側縁から外側にはみだすことなく内側に位置しているとともに、副線路12と比較して主線路11の線路幅が広くなることから、副線路12は確実にその線路幅全域が主線路11に対面することになり、高精度なパワー検出が可能になる。

【0052】(2)副線路12は主線路11の線路幅内に位置させる制約があるが、主線路11の線路幅は制約がないことから、主線路11の線路幅は自由に選択できる。これは、主線路の線路幅を広げることと、主線路を整合素子として利用できることにより、損失低減効果がある。従って、無線通信機に組み込む高周波回路モジュールとして、主線路をモジュールの整合素子の一部として組み込むことができる故に部品削減、損失低減なる効果が得られる。

【0053】(実施形態2)図11は本発明の他の実施形態(実施形態2)である高周波回路モジュールを組み込んだ無線通信機の一部を示すブロック図である。図11は実施形態1と同様に無線通信機の一部を示すブロック図であり、高周波信号処理IC(RF1near)26からアンテナ(Antenna)31までの部分を示す。本実施形態2は高周波回路モジュール40C、高周波電力増幅器(PA)25と方向性結合器13とAPC回路(APC)28を組み込んだ構成になっている。即ち、実施形

態 1 の高周波回路モジュール 20 に APC 28 を追加した構造になっている。

【0054】このため、外部電極端子は、方向性結合器 13 によるパワー検出信号は APC 28 に供給されるためパワー検出端子は不要になる。また、APC 28 の出力である制御信号も高周波回路モジュール 40 内で PA 25 に供給されるため、制御端子も不要になる。この代わり、CPU 27 の出力であるパワーコントロール信号を入力するパワーコントロール端子  $V_{cont}$  が新たに必要になる。従って、外部電極端子は、入力端子  $P_{in}$ 、出力端子  $P_{out}$ 、パワーコントロール端子  $V_{cont}$ 、参照電位端子  $V_{ref}$ 、電源電位端子  $V_{dd}$ 、基準電位端子  $GND$  となる。

【0055】上記方向性結合器 13 は実施形態 1 と同様な構造となる重ね型方向性結合器である。即ち、高周波回路モジュール 40 の出力を抽出する方向性結合器 13 を主線路 11 と副線路 12 が誘電体を介して重なり合う構造とし、副線路 12 は、その線路幅が主線路 11 の線路幅よりも狭くなり、副線路 12 の両側縁が主線路 11 の両側縁から外側にはみだすことなく内側に位置する構造になっている。従って、副線路 12 はその線路幅全域が確実に主線路 11 に対面することから、確実かつ高精度に主線路 11 を流れる電流の出力を抽出することができる。また、副線路 12 は主線路 11 の線路幅内に位置させる制約があるが、主線路 11 の線路幅には制約がないことから、主線路 11 の線路幅は自由に選択できる。このような方向性結合器 13 を内蔵して高周波回路モジュール 40 の出力を制御する無線通信機では、安定した通信が可能になる。

【0056】(実施形態 3) 図 12 は本発明の他の実施形態 (実施形態 3) である高周波回路モジュールを組み込んだ無線通信機の一部を示すブロック図である。図 12 は実施形態 1 と同様に無線通信機の一部を示すブロック図であり、高周波信号処理 IC (RF Linear) 26 からアンテナ (Antenna) 31 までの部分を示す。本実施形態 3 は高周波回路モジュール 50 に、高周波電力増幅器 (PA) 25、方向性結合器 13、フィルタ (Filter) 29 及びアンテナスイッチ回路を組み込んだ構成になっている。即ち、実施形態 1 の高周波回路モジュール 20 にフィルタ 29 及びアンテナスイッチ回路を追加した構造になっている。このため、外部電極端子は、入力端子  $P_{in}$ 、送信受信切替スイッチ 30 に繋がる出力端子  $P_{out}$ 、受信端子  $RX$ 、制御端子  $V_{apc}$ 、参照電位端子  $V_{ref}$ 、パワー検出端子  $V_{detOUT}$ 、切替端子  $control$ 、電源電位端子  $V_{dd}$ 、基準電位端子  $GND$  となる。

【0057】上記方向性結合器 13 は実施形態 1 と同様な構造となる重ね型方向性結合器である。即ち、高周波回路モジュール 50 の出力を抽出する方向性結合器 13 を主線路 11 と副線路 12 が誘電体を介して重なり合う構造とし、副線路 12 は、その線路幅が主線路 11 の線

路幅よりも狭くなり、副線路 12 の両側縁が主線路 11 の両側縁から外側にはみだすことなく内側に位置する構造になっている。従って、副線路 12 はその線路幅全域が確実に主線路 11 に対面することから、確実かつ高精度に主線路 11 を流れる電流の出力を抽出することができる。また、副線路 12 は主線路 11 の線路幅内に位置させる制約があるが、主線路 11 の線路幅には制約がないことから、主線路 11 の線路幅は自由に選択できる。このような方向性結合器 13 を内蔵して高周波回路モジュール 50 の出力を制御する無線通信機では、安定した通信が可能になる。

【0058】(実施形態 4) 図 13 は本発明の他の実施形態 (実施形態 4) である高周波回路モジュールを組み込んだ無線通信機の一部を示すブロック図である。図 13 は実施形態 1 と同様に無線通信機の一部を示すブロック図であり、高周波信号処理 IC (RF Linear) 26 からアンテナ (Antenna) 31 までの部分を示す。本実施形態 4 は高周波回路モジュール 60 に、高周波電力増幅器 (PA) 25、方向性結合器 13、APC 回路 28、フィルタ (Filter) 29 及びアンテナスイッチ回路を組み込んだ構成になっている。即ち、実施形態 3 の高周波回路モジュールに APC 回路 28 を追加した構造になっている。このため、外部電極端子は、入力端子  $P_{in}$ 、送信受信切替スイッチ 30 に繋がる出力端子  $P_{out}$ 、受信端子  $RX$ 、パワーコントロール端子  $V_{cont}$ 、参照電位端子  $V_{ref}$ 、切替端子  $control$ 、電源電位端子  $V_{dd}$ 、基準電位端子  $GND$  となる。

【0059】上記方向性結合器 13 は実施形態 1 と同様な構造となる重ね型方向性結合器である。即ち、高周波回路モジュール 60 の出力を抽出する方向性結合器 13 を主線路 11 と副線路 12 が誘電体を介して重なり合う構造とし、副線路 12 は、その線路幅が主線路 11 の線路幅よりも狭くなり、副線路 12 の両側縁が主線路 11 の両側縁から外側にはみだすことなく内側に位置する構造になっている。従って、副線路 12 はその線路幅全域が確実に主線路 11 に対面することから、確実かつ高精度に主線路 11 を流れる電流の出力を抽出することができる。また、副線路 12 は主線路 11 の線路幅内に位置させる制約があるが、主線路 11 の線路幅には制約がないことから、主線路 11 の線路幅は自由に選択できる。このような方向性結合器 13 を内蔵して高周波回路モジュール 60 の出力を制御する無線通信機では、安定した通信が可能になる。

【0060】(実施形態 5) 図 14 は本発明の他の実施形態 (実施形態 5) であるデュアルバンド通信方式の高周波回路モジュールを組み込んだ無線通信機の一部を示すブロック図である。図 14 は実施形態 1 と同様に無線通信機の一部を示すブロック図であり、高周波信号処理 IC (RF Linear) 26 からアンテナ (Antenna) 31 までの部分を示す。

【0061】デュアルバンド通信方式は、二つの通信系（送信系dと受信系e、送信系eと受信系h）を有する。各送信系d、e及び各受信系e、hは実施形態1と略同であるが、二つの通信系の送信受信切替スイッチ30、30'はデュプレクサ35に接続されるとともに、このデュプレクサ35にアンテナ31が接続されている。また、二つの送信系d、eにおいては一つのAPC回路28を共用する構造になっている。一方の通信系（送信系dと受信系e）は実施形態1の図6と同じ符号で示し、他方の通信系（送信系eと受信系h）は符号に

【0062】このような無線通信機において、高周波回路モジュールは、前記実施形態1乃至実施形態4のいずれかの構成を採用することができる。そして、各構成の高周波回路モジュールにおける二つの送信系d、eの部分には、それぞれ実施形態1で説明した構成の方向性結合器13が組み込まれている。

【0063】即ち、二つの送信系d、eにおけるそれぞれの方向性結合器13、13'は、高周波電力増幅器（PA）25、25'の出力を検出する。そして、各方向性結合器13、13'の主線路11、11'と副線路12、12'は誘電体を介して重なり合う構造となっている。また、副線路12、12'の線路幅が主線路11、11'の線路幅よりも狭くなり、副線路12、12'の両側線が主線路11、11'の両側線から外側にはみだすことなく内側に位置する構造になっている。

【0064】従って、副線路12、12'はその線路幅全域が確実に主線路11、11'に対面することから、確実に高精度に主線路11、11'を流れる電流の出力を検出することができる。また、副線路12、12'は主線路11、11'の線路幅内に位置させる制約があるが、主線路11、11'の線路幅には制約がないことから、主線路11、11'の線路幅は自由に選択できる。このよう方向性結合器13、13'を内蔵した高周波回路モジュールの出力を制御する無線通信機では、安定した通信が可能になる。

【0065】（実施形態6）図15乃至図18は本発明の他の実施形態（実施形態6）である重ね型カプラーに係わる図である。図15は重ね型カプラーの平面図、図16は図15のC-C線に沿う断面図、図17は重ね型カプラーの内層パターン図、図18は重ね型カプラーの裏面を示す底面図である。

【0066】重ね型のカプラー80は、図16に示すように、誘電体基板81の表面と中段に主線路82と副線路83が誘電体層84を介して一部が所定長さ重なるように配置された構造になっている。また、誘電体基板81の底面は接地面（GND）85が設けられている。

【0067】図15に示すように、誘電体基板81の両端には外部電極端子が設けられている。外部電極端子は、誘電体基板81の一端に設けられたT1、GND、

T3と、誘電体基板81の他端に設けられたT2、GND、T4となり、面実装型となっている。

【0068】主線路82及び副線路83の重なり部分は図15乃至図17に示すように、誘電体基板81の中心線に沿う部分である。従って、主線路82及び副線路83の端子は誘電体基板81の側と他側にそれぞれ片寄る。送信経路となる主線路82の端子はT1とT3となる。また、検出用線路となる副線路83の端子はT2とT4となる。GNDは中央に設けられている。主線路82と副線路83は逆の構造でもよい。

【0069】重なって配置される主線路82部分及び副線路83部分の線路幅は相互に異なり、主線路82は副線路83よりも広くなっている。副線路83は、その線路幅が主線路82の線路幅よりも狭くなり、副線路83の両側線は主線路82の両側線から外側にはみだすことなく内側に位置するように形成されている。例えば、線路の形成時、主線路82の中心線と副線路83の中心線が一致するように形成される。従って、主線路82に電流を常に確実に検出することができる。

【0070】主線路82の線路幅は副線路83の線路幅よりも広くできることから、主線路82の線路幅は自由に選択できる。電子部品相互の接続の際、インピーダンス整合が行われる。インピーダンス整合のためのインピーダンス値としては、特に限定はされないが、例えば50Ωがよく使用される。本実施形態によれば、主線路82のインピーダンスをこの50Ωよりも小さくすることもできる。

【0071】この実施形態ではカプラー（方向性結合器）として重ね型について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、並列型にも適用できる。即ち、裏面にGNDを有する誘電体基板の表面に主線路と副線路を並べて配置する構造に対しても適用できる。この場合、主線路の線路幅と副線路の線路幅は相互に異なっている。例えば、主線路の線路幅は副線路の線路幅よりも広くなっている。この構造によれば、主線路の線路幅は自由に選択して所定のインピーダンスを得るようにすることもできる。

【0072】（実施形態7）図19乃至図27は本発明の他の実施形態（実施形態7）の高周波回路モジュールに係わる図である。図19乃至図21は重ね型カプラーの構造を示す図、図22はカップリング効率を示す特性図、図24乃至図26は回路図、図27はカプラーの電界分布を示す模式図である。

【0073】本実施形態7の高周波回路モジュールは、前記実施形態1において、重ね型カプラーの主線路の線路幅を副線路の線路幅よりも狭く（細く）したものである。即ち、少なくとも初段及び最終段を含む複数個の増幅段による増幅系と、上記増幅系の最終段の出力を検出する方向性結合器とを有する高周波回路モジュールであり、上記方向性結合器の送信経路を構成する主線路の線

路幅は、検出用線路を構成する副線路の線路幅よりも狭くなっている。方向性結合器は重ね型となり、相互に重なる主線路と副線路において、主線路の両側縁は副線路の両側縁から外側にはみだすことなく内側に位置し、主線路は確実に副線路に重なるものである。主線路のインピーダンスは、副線路のインピーダンスよりも大きい値になっている。また、主線路と最終増幅段との間にはインピーダンス整合用の整合回路が設けられるとともに、副線路と副線路の出力端との間には副線路の電流を検出する機器との間のインピーダンス整合をとるための整合回路が設けられている。

【0074】本実施形態の高周波回路モジュールの等価回路は図24に示すようになっている。図24は図7の等価回路において、主線路11の線路幅を副線路12の線路幅よりも狭く（短く）してある点が異なる。また、概念的に、主線路11と最終増幅段Q2との間にはインピーダンス整合用の整合回路90が設けられている。また、副線路12と副線路12の出力端、即ち、パワー検出端子V<sub>det</sub>OUTとの間には副線路の電流を検出する機器との間のインピーダンス整合をとるための整合回路91が設けられている。他の構成部分は実施形態1と同様である。

【0075】図19乃至図21は主線路11と副線路12との関係を示す図である。図19及び図20に示すように、導体層2を印刷した複数の誘電体板1を積層して焼結させて一体となった配線基板（モジュール基板）10を構成している。導体層2によって配線や重ね型カプラーを構成する主線路11及び副線路12が形成されている。また、所定の誘電体板1を貫通するスルーホールには導体3が充填されて上下の導体層を電気的に接続している。また所定の誘電体板1間や最下層の誘電体板1の下面には前記導体層2によってグラウンド（GND）が形成されている。

【0076】図19及び図21に示すように、主線路11と副線路12は相互に重なりあっている。主線路11は副線路12よりも線路幅が狭く（短く）なっていると同時に、主線路11の両側縁は副線路12の両側縁よりも内側に位置し、カップリング面積はその重なり部分に比べて小さく変化しないようになっている。図20において示すLがカップリング長である。図21は、主線路11と副線路12の配置関係が明瞭となるように誘電体板1を省略して主線路11及び副線路12を描いた模式図である。

【0077】図25に示すように、副線路12に連なる整合回路91はマイクロストリップライン92aで構成され、主線路11に連なる整合回路90はマイクロストリップライン92b～92d及び容量C<sub>a</sub>～C<sub>c</sub>で形成されている。

【0078】本実施形態7においては、主線路11の線路幅を副線路12の線路幅よりも短く（狭く）すること

によってカップリング率が增大する。この結果、主線路と副線路の重ね合わせ長さ（カップリング長L）を短くでき、高周波回路モジュールの小型化が達成できる。また、カップリング長Lを短くできることから、主線路11を通過する信号の損失を低減できる。

【0079】図22はカップリング長Lとカップリング率（dB）との相関を示す特性図である。Aパターンは、図19乃至図21に示す本実施形態7によるものであり、Bパターンは、図23に示すように主線路11の線路幅が副線路12の線路幅よりも広い構成の重ね型カプラーである。Bパターンの場合に比較してAパターンの方がカップリング率は高い。例えば、カップリング率がマイナス15dBの場合、Bパターンではカップリング長Lが3.5mm程度であるが、Aパターンではカップリング長Lが2.5mm程度と、約1mmカップリング長Lが短くなる。

【0080】図22の特性図はシミュレーションによって得た特性であるが、このようにBパターンに比較してAパターンが優れるのは以下の理由によるものと推論できる。カプラーの等価回路は微小区間ΔXの間、図26のような成分の分布定数を持つ回路で表せる。主線路はインダクタンスL<sub>m</sub>と抵抗R<sub>m</sub>で構成され、副線路はインダクタンスL<sub>s</sub>と抵抗R<sub>s</sub>で構成される。主線路と副線路との間には寄生容量C<sub>m</sub>が発生し、主線路とグラウンドとの間には寄生容量C<sub>g</sub>が発生し、副線路とグラウンドとの間には寄生容量C<sub>s</sub>が発生する。また、主線路と副線路との間には相互インダクタンスMが発生する。

【0081】カップリング長Lの重ね型カプラーの場合、特に示さないが所定の微分方程式を、区間（0 ≤ X ≤ L）でL<sub>m</sub>ΔX=0の条件で解くことによって前記特性図が得られる。カップリング率に影響するのは前記寄生容量C<sub>m</sub>と相互インダクタンスMである。

【0082】寄生容量C<sub>m</sub>に注目すると、電界分布は図27に示すようになる。図27（a）は副線路12よりも主線路11の線路幅が狭い本実施形態7によるAパターンの場合であり、図27（b）は副線路12よりも主線路11の線路幅が広い場合（図23の場合：Bパターン）である。

【0083】図27（a）に示す本実施形態7の場合（Aパターン）では、主線路11の線路幅よりも充分副線路12の線路幅が広いことから、主線路11から副線路12に流れる電流は全て副線路12に到達するが、図27（b）に示すBパターンでは、副線路12の線路幅が主線路11の線路幅よりも狭く、主線路11の両側は副線路12から外れて外側にまで張り出して延在するため、この張り出した部分から流れる電流は副線路12に流れず、その下方のグラウンド（GND）に到達してしまう。このように、主線路11が幅広い方が太い方（広い方）に比べてカップリングに寄与する電界の割合が増加する。このため、C<sub>m</sub>を介して副線路に伝わる信号の

割合が大きくなりカップリング率が増加する。

【0084】しかし、このカップリング率の低下は微小であり、大局的にみて実施形態1のように副線路12よりも主線路11の線路幅が狭いものによる効果を全く損なうものではない。実施形態1では副線路のインピーダンスを高くすることができるため、検波ダイオードまでの間の整合回路を省くかまたは簡略化できる。

【0085】なお、副線路のまわりの主線路による磁界はあまり変化しないため、相互インダクタンスMによるカップリングは殆ど変化しないと考えられる。また、抵抗Rmは主線路の損失に寄与し、単位長さあたりのカップリング率が増加することで、必要なカップリング率を得るためのカップリング長Lを短くすることができるため、抵抗Rmによる損失を低減できる。

【0086】本実施形態1において、主線路11の両側線は副線路12の両側線から外側にはみだすことなく内側に位置していることから、副線路12の線路幅全域は確実に主線路11に対面できることになり、高精度なパワー検出が行えるようになる。

【0087】この実施形態ではカブラー（方向性結合器）として重ね型について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、並列型にも適用できる。即ち、裏面にGNDを有する誘電体基板の表面に主線路と副線路を並べて配置する構造に対しても適用できる。この場合、主線路の線路幅と副線路の線路幅は相互に異なっている。例えば、主線路の線路幅は副線路の線路幅よりも広くなっている。この構造によれば、主線路の線路幅は自由に選択して所定のインピーダンスを得るようにすることができる。

【0088】以上本発明者によってなされた発明を実施形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。以上の説明では主として本発明者によってなされた発明をその背景となった利用分野である携帯電話機等無線通信機について説明したが、それに限定されるものではなく、例えば、自動車電話等他の移動通信機などにも適用できる。

【0089】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

(1) 主線路の送信出力を高精度に検出できる方向性結合器を提供することができる。

(2) 出力を高精度に検出できる方向性結合器を有する高周波回路モジュールを提供することができる。

(3) 出力を高精度にモニターして安定した通信を行うことができる無線通信機を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態（実施形態1）である高周

波回路モジュールにおける方向性結合器部分を示す平面図である。

【図2】図1のA-A線に沿う断面図である。

【図3】図1のB-B線に沿う断面図である。

【図4】本実施形態1の高周波回路モジュールの一部を示す概念的な斜視図である。

【図5】上記高周波回路モジュールにおける方向性結合器の概念的な分解斜視図である。

【図6】本実施形態1の高周波回路モジュールを組み込んだ無線通信機の一部を示すブロック図である。

【図7】上記高周波回路モジュールの等価回路図である。

【図8】上記高周波回路モジュールにおける配線基板（誘電体基板）の表面上の電子部品のレイアウトの概略を示す平面図である。

【図9】上記高周波回路モジュールにおける方向性結合器部分を示す断面図である。

【図10】上記配線基板の内層の導体パターンを示す図である。

【図11】本発明の他の実施形態（実施形態2）である高周波回路モジュールを組み込んだ無線通信機の一部を示すブロック図である。

【図12】本発明の他の実施形態（実施形態3）である高周波回路モジュールを組み込んだ無線通信機の一部を示すブロック図である。

【図13】本発明の他の実施形態（実施形態4）である高周波回路モジュールを組み込んだ無線通信機の一部を示すブロック図である。

【図14】本発明の他の実施形態（実施形態5）であるデュアルバンド通信方式の高周波回路モジュールを組み込んだ無線通信機の一部を示すブロック図である。

【図15】本発明の他の実施形態（実施形態6）である重ね型カブラーの平面図である。

【図16】図15のC-C線に沿う断面図である。

【図17】本実施形態8の重ね型カブラーの内層パターン図である。

【図18】本実施形態8の重ね型カブラーの裏面を示す底面図である。

【図19】本発明の他の実施形態（実施形態7）である高周波回路モジュールにおける重ね型カブラーの線路に交差する部分の断面図である。

【図20】本実施形態7の重ね型カブラーの線路に沿う部分の断面図である。

【図21】本実施形態7の重ね型カブラーの主線路と副線路との関係を示す模式図である。

【図22】本実施形態7の重ね型カブラー（Aパターン）と他の重ね型カブラー（Bパターン）のカップリング効率を示す特性図である。

【図23】前記他の重ね型カブラー（Bパターン）を示す断面図である。

【図24】本実施形態7の高周波回路モジュールの等価回路図である。

【図25】前記主線路及び副線路の整合回路を含む回路図である。

【図26】前記主線路及び副線路の整合回路を示す等価回路図である。

【図27】前記重ね型カプラー（Aパターン）と、他の重ね型カプラー（Bパターン）における電界分布を示す模式図である。

【符号の説明】

1…誘電体板、2…導体層、3…導体、4…トランジスタ、5…搭載用孔、6…接合材、7…ワイヤ、8…チップ

\* 半導体部品、10…配線基板、11…主線路、12…副線路、13…方向性結合器（カプラー）、20、30、40、50、60…高周波回路モジュール、25…高周波電力増幅器（PA）、26…高周波信号処理IC（RF linear）、27…CPU、28…APC回路、29…フィルタ、30…送信受信切替スイッチ、30a…a端子、30b…b端子、31…アンテナ、32…フィルタ、33…低雑音アンプ（LNA）、35…デュプレクサ、80…カプラー（方向性結合器）、81…誘電体基板、82…主線路、83…副線路、84…誘電体層、85…接地層（GND）、90、91…整合回路、92a～92d…マイクロストリップライン。

【図1】

【図2】

【図9】

図1

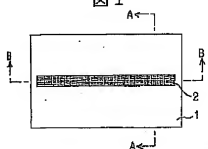


図2

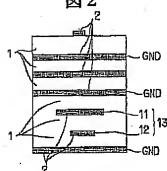
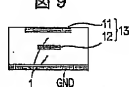
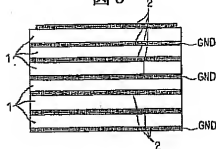


図9



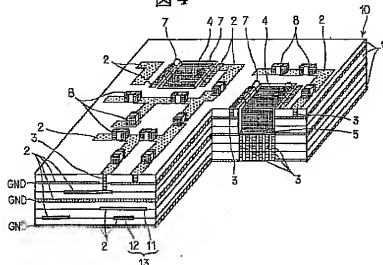
【図3】

図3



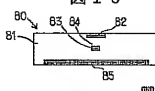
【図4】

図4



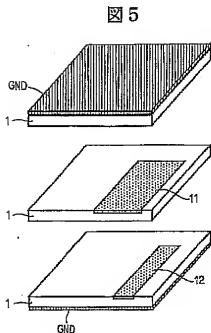
【図16】

図16

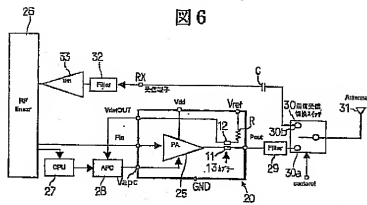




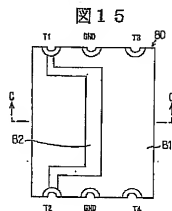
【圖5】



【圖6】



【圖 15】



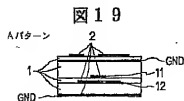
【圖7】



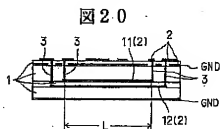
【圖 17】



【圖19】

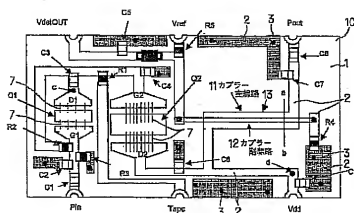


【圖20】



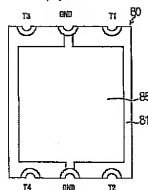
【図8】

図 8



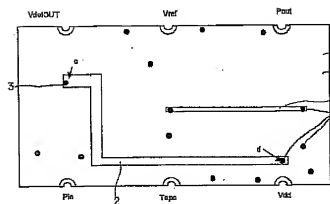
【図18】

図 18



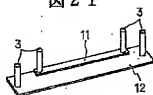
【図10】

図 10



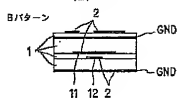
【図21】

図 21



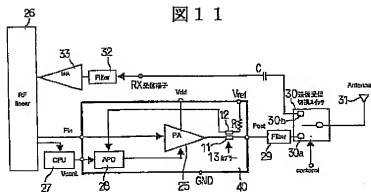
【図23】

図 23



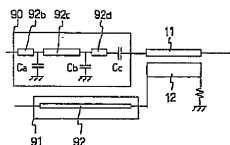
【図11】

図 11



【図25】

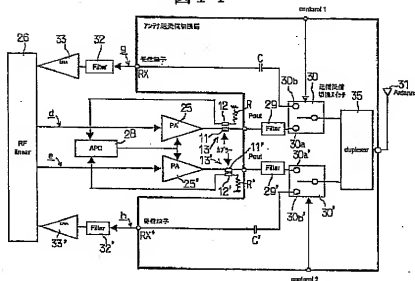
図 25





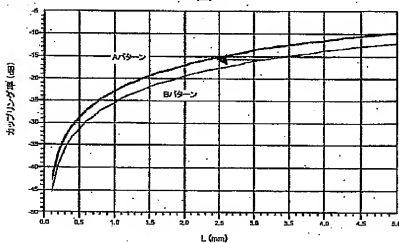
【図14】

図14



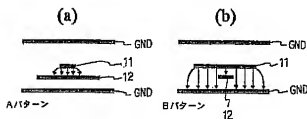
【図22】

図22



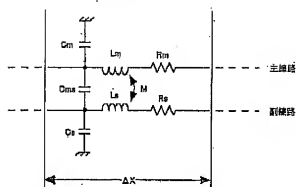
【図27】

図27



【図 26】

図 26



フロントページの続き

(72)発明者 赤嶺 均

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株  
式会社日立製作所半導体グループ内

(72)発明者 今井 俊

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株  
式会社日立製作所半導体グループ内

(72)発明者 新井 聡

東京都小平市上水本町5丁目22番1号 株  
式会社日立超エル・エス・アイ・システム  
ズ内

(72)発明者 布川 康弘

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株  
式会社日立製作所半導体グループ内

F ターム(参考) 5J067 AA04 AA41 CA88 FA16 HA09

HA10 HA19 HA25 HA29 HA38

KA29 KA41 KA68 KS06 KS11

QA01 QA04 QS02 QS05 QS11

SA14 TA01

5J100 JA01 QA04 SA01

SK060 AA10 BB07 CC04 CC12 HH06

HH11 HH39 JJ16 JJ19 LL01